

XI-138 – MICRO GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA FOTOVOLTAICA EM BRASÍLIA: ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Oscar Fernando Gaidos Rosero⁽¹⁾

Engenheiro Físico pela UNICAUCA. Mestre em Engenharia de Sistemas Eletrônicos e Automação pelo Departamento de Engenharia Elétrica (ENE) da Universidade de Brasília (UnB). Doutor em Engenharia de Sistemas Eletrônicos e Automação no ENE/UnB. Professor Adjunto do UniCEUB.

Rafael Rios Viana⁽²⁾

Engenheiro Civil pelo Centro de Ensino Unificado de Brasília (UniCEUB).

Eugenia Cornils Monteiro Araujo⁽³⁾

Engenheira de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mestre em Engenharia de Produção pela UFPE. Doutoranda em Ciências Mecânicas na UnB. Professora Adjunta do UniCEUB.

Endereço^(1,2,3): SEPN 707/907, Campus Universitário Asa Norte, Bloco 1, UniCEUB - Brasília - DF - CEP: 70790-075 - Brasil - Tel: (61)99949-7904 - e-mail: ogaidos@gmail.com

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo analisar a viabilidade econômica do emprego da geração distribuída de energia solar fotovoltaica, comparando com investimentos em renda fixa para residência unifamiliar e residência multifamiliar. Tem como objetivo propor uma metodologia de análise técnica e econômica para instalação de sistema fotovoltaico. Para tal, realizou-se estudo de caso em dois sistemas fotovoltaicos instalados no Distrito Federal. Devido as consequências de uma crise desencadeada pela grande dependência em relação à energia proveniente das hidrelétricas, o aumento na procura por fontes renováveis de energia e uma maior preocupação com o meio ambiente, aliado aos elevados índices de irradiações solares no Brasil, o emprego de sistemas fotovoltaicos conectados à rede tem se apresentado como uma iniciativa eficiente. Diante deste contexto, o estudo busca avaliar se o investimento em energia solar se faz vantajoso, frente a uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Para análise da viabilidade econômica da energia solar fotovoltaica foram analisados o *Payback* Descontado, o Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Retorno e o Valor Anual Uniforme Equivalente, comparando com investimentos financeiros em renda fixa. Os resultados revelaram que a implantação de sistemas fotovoltaicos como alternativa para investimento financeiro e diversificação energética é viável para os locais analisados.

PALAVRAS-CHAVE: Energia solar fotovoltaica, Investimento financeiro, Viabilidade econômica.

INTRODUÇÃO

A motivação para a crescente presença de energias renováveis no Brasil, conforme descreve Lodi (2011) é a conservação ambiental, desenvolvimento social e econômico, o aumento da competitividade diante da geração convencional, a volatilidade no preço do combustível fóssil, aumento na demanda energética, a segurança energética e as políticas governamentais.

A utilização da energia fotovoltaica, contribui para a geração distribuída. A principal característica da geração distribuída é a descentralização da geração, se beneficiando de pequenas fontes geradoras distribuídas ao longo do sistema de transmissão ou de distribuição. As principais vantagens deste tipo de geração são a redução da dependência exclusiva das grandes centrais geradoras e a redução da necessidade de custos extras para a ampliação da capacidade de transporte desta energia, uma vez que as fontes estarão localizadas próximas aos consumidores (SILVEIRA, 2013).

Para investimentos elevados onde os benefícios resultantes são distribuídos ao longo do tempo, como acontece na maior parte das aplicações com energia solar, é adequado fazer uma análise econômica sobre a vida útil do equipamento a ser utilizado antes de se investir (RUEGG & SAV, 1980).

Em vista da crise hídrica e energética no Brasil, esta pesquisa tem como objetivo buscar soluções financeiras e ambientais por meio da produção de energia elétrica fotovoltaica. O propósito é estudar sobre energia solar fotovoltaica e o retorno do investimento e comparar com demais formas de investimento no mercado. Para desenvolver conhecimento despertada pela tendência mundial em relação a energia solar, que propõe mudar a forma que geramos e consumimos energia elétrica.

OBJETIVO

Analisar viabilidade econômica do emprego da geração distribuída de energia fotovoltaica comparando com investimentos financeiros em renda fixa para residência unifamiliar e residência multifamiliar.

METODOLOGIA

Os dados do estudo foram coletados de dois sistemas fotovoltaicos conectados à rede, em funcionamento, localizados em Brasília. O primeiro localizado no Lago Norte e outro no Lago Sul. Esses tiveram seus custos de implantação, manutenção e operação analisados. Para identificar a radiação local foram coletados dados do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito.

Também foi feita a análise do histórico de consumo de energia elétrica dos locais estudados, antes da colocação dos módulos fotovoltaicos, com o objetivo de se obter dados reais e os mesmos foram tratados com segurança de assertividade.

Com a obtenção desses dados foi possível identificar as principais condicionantes envolvidas, para assim analisar a viabilidade e também o retorno financeiro e ambiental do investimento. Considerando que os painéis possuem um tempo de vida médio de 25 anos.

Para a análise da viabilidade econômica da energia solar fotovoltaica foram analisados o *payback* descontado, o valor presente líquido, a taxa interna de retorno e o valor anual uniforme equivalente, comparando com investimentos financeiros em renda fixa para residência unifamiliar e residência multifamiliar.

RESULTADOS

O levantamento dos dados da incidência solar nos locais do estudo, foi possível através do mapeamento da CRESESB (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito), considerando as coordenadas geográficas aproximadas do sistema no Lago Norte (15,801° S e 47,849° O) e Lago Sul (15,9° S e 47,849° O). Através da posição geográfica da instalação das células fotovoltaicas é possível obter a irradiação solar, em kWh/m².dia, correspondentes às diárias médias mensais para os 12 meses do ano, para os locais em estudo.

Considerando as coordenadas geográficas dos geradores fotovoltaicos como ponto de referência, obteve-se o gráfico da irradiação solar.

Com base nos dados coletados, os módulos fotovoltaicos foram escolhidos de acordo com sua eficiência e disponibilidade no mercado. A Tabela 1 e a Tabela 2 descrevem todos os investimentos necessários.

Tabela 1: Investimento para sistema fotovoltaico 65,5 kWp.

Descrição	Quantidade	Valor Unitário	Valor total
Painel solar 320 W GCL-P6/72	205	R\$610,0	R\$125.050,0
Suporte de fixação de painéis	205	R\$85,0	R\$17.425,0
Inversor KSG-32KW TRIFAS 20V 03 MPPT KSTAR	2	R\$18.000,0	R\$36.000,0
String Box BS-2/1 CC 32A Beny	6	R\$666,0	R\$3.996,0
Conector Fêmea MC4 SolarPro	32	R\$9,5	R\$304,0
Conector macho MC4 SolarPro	32	R\$9,5	R\$304,0
Cabo flex preto (m) 06 mm Energy	500	R\$5,2	R\$2.600,0
Cabo flex vermelho (m) 06 mm Energy	500	R\$5,2	R\$2.600,0
Projeto Elétrico	1	R\$7.000,0	R\$7.000,0
Execução e mão de obra	1	R\$20.000,0	R\$20.000,0
Materiais diversos	1	R\$1091,0	R\$1091,0
Total			R\$216.370,0

Tabela 2 – Investimento para sistema fotovoltaico 6,5 kWp.

Descrição	Quantidade	Valor Unitário	Valor total
Painel solar 320 W GCL-P6/72	20	R\$595,0	R\$11.900,0
Inversor Fronius Primo 6.0-1	1	R\$8.202,0	R\$8.202,0
String Box BS-4/2 CC 32A Beny	1	R\$1.417,0	R\$1.417,0
Estrutura de fixação de painéis	300	R\$2,5	R\$750,0
Estrutura de fixação – Gancho p/ telha	30	R\$9,57	R\$287,1
Cabo flex preto (m) 06 mm Energy	50	R\$4,80	R\$240,0
Cabo flex vermelho (m) 06 mm Energy	50	R\$4,80	R\$240,0
Projeto Elétrico	1	R\$4.000,0	R\$4.000,0
Execução e mão de obra	1	R\$5.000,0	R\$5.000,0
Total			R\$32.036,1

Para atender 95% da energia consumida mensalmente, foram instalados 20 painéis fotovoltaicos 320 W GCL-P6/72 no Lago Norte e 205 painéis fotovoltaicos 320 W GCL-P6/72 no Lago Sul.

Na Figura 3 e Figura 4 é possível observar a energia consumida nos últimos meses e a energia gerada pelo sistema fotovoltaico. Considerando a média solar em cada mês, pode-se obter um gráfico, onde demonstra que produção de energia pode ser maior ou menor que o consumo. Nos meses que a produção superar o consumo, o excedente ficará de crédito para empresa, podendo ser compensado nos meses que a geração não suprir a demanda.

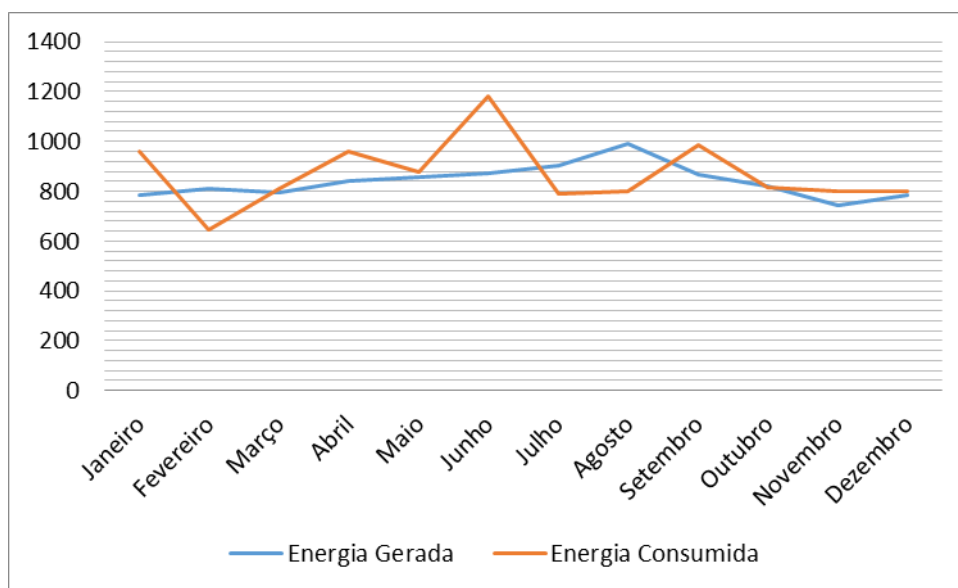


Figura 3 – Relação do consumo e geração de energia Lago Norte

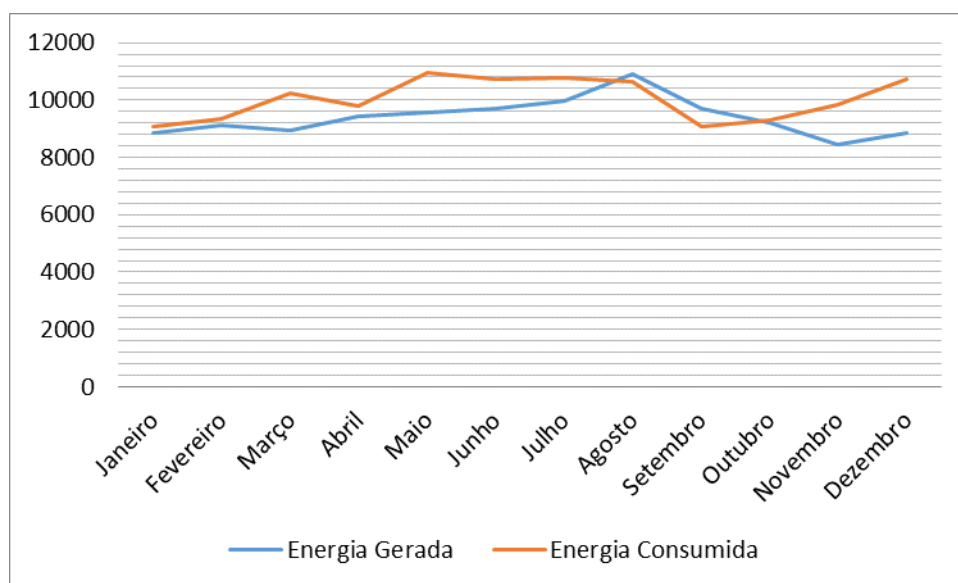


Figura 4 - Relação do consumo e geração de energia Lago Sul

ANÁLISES DE RESULTADOS

A concessionária utilizada como base para os cálculos do presente estudo foi a CEB, que nos meses analisados comercializou a energia a um custo de R\$ 0,66 por kWh para o Lago Norte (A) e R\$ 0,51 por kWh para o Lago Sul (B) o que será considerado como custo para o primeiro ano do estudo. A variação das tarifas é verificada pelo motivo do estudo ter analisado períodos diferentes e bandeiras diferentes. Para os demais anos, o mesmo será reajustado seguindo os mesmos índices da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL): o IGP-M (Índice Geral de Preços de Mercado) e IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo), o que totalizou um reajuste anual de 5,03%.

A taxa mínima é referente ao valor mínimo que deve ser pago a distribuidora, que representa o custo de disponibilidade. O custo de disponibilidade é um valor que varia conforme o tipo de conexão à rede. Sendo monofásica 30 kWh, bifásica 50kWh e trifásica 100 kWh. Nos casos do estudo as conexões são trifásicas.

Para manutenção, como limpeza dos painéis fotovoltaicos, verificação do sistema elétrico e monitoramento da produção do sistema, foi considerado um custo a partir do segundo ano de R\$ 100,00 (cem reais), sendo reajustado a uma taxa de 2% a.a. Aplicando uma TMA, de 0,06% a.m., superior ao rendimento médio da aplicação da caderneta de poupança no período, que foi de 0,05% a.m. (BCB, 2017).

Ao aplicar o investimento a uma taxa de 0,6% a.a., evidenciam-se os valores do Fluxo de Caixa Descontado, onde se traz os valores para o presente. Os dados encontrados são inseridos no *Payback* Descontado onde percebe-se a viabilidade ou não da instalação do projeto.

Visando trazer mais objetividade aos resultados a partir da variável do tempo, calculou-se o *Payback* Descontado a partir dos dados obtidos anteriormente.

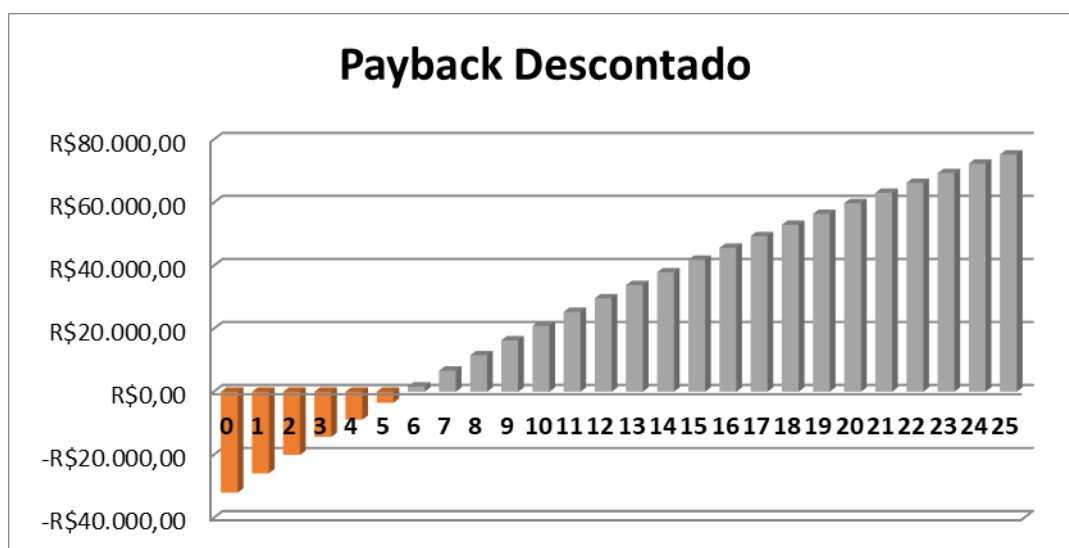


Figura 5 – Payback Descontado do Investimento Lago Norte

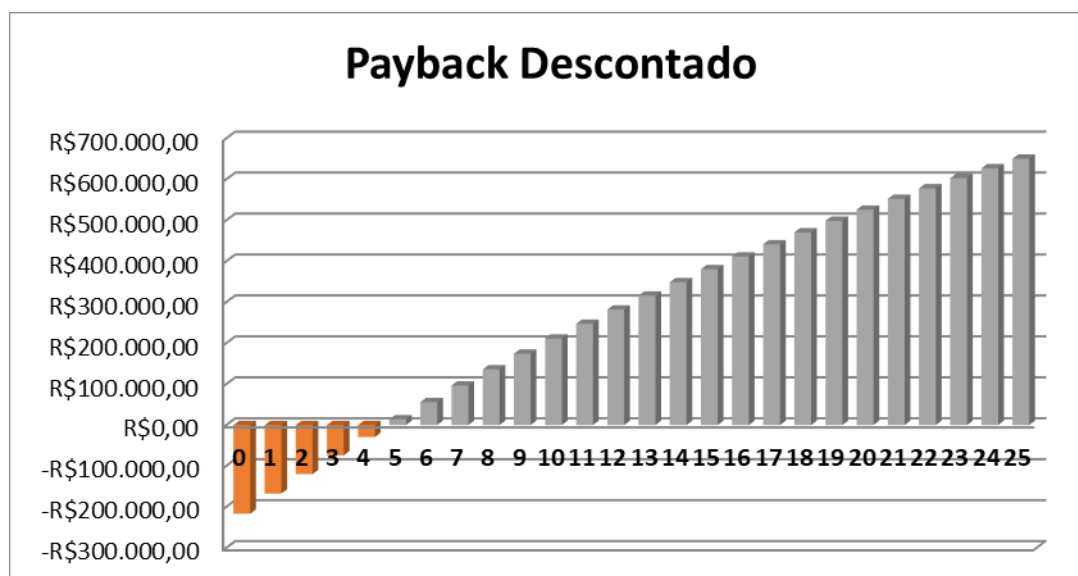


Figura 6 – Payback Descontado do Investimento Lago Norte

Ao analisar as Figura 5 e Figura 6, percebe-se que ao final do prazo de 25 anos, levando em consideração que após o referido tempo o sistema tende funcionar menos de 80% do seu potencial inicial, foi acumulada uma quantia de R\$ 278.045,92 para o investimento residencial unifamiliar no Lago Norte a uma taxa de R\$ 0,66/kWh e R\$ 2.245.911,97 para a residência multifamiliar localizada no bairro Lago Sul a uma taxa de R\$

0,51/kWh. A partir do cálculo do *payback* verificou-se que levar-se-ão 5 anos para que os rendimentos acumulados superem o investimento inicial de R\$ 32.036,10 proposto para o sistema do Lago Norte e 4 anos para que o valor de R\$ 216.370,00 proposto para o sistema localizado no bairro Lago Sul recupere sua aplicação inicial.

Deste modo, a partir dos dados projetados, conclui-se que para uma TMA de 0,6% ao mês, o projeto apresentado revelou-se uma alternativa viável para diminuição dos custos e diversificação energética.

Considerando a implantação do sistema fotovoltaico como um investimento financeiro, cabe ao investidor também comparar com outros investimentos, para assim verificar a viabilidade financeira.

Além do aspecto sustentável, a intensa difusão da geração fotovoltaica motiva-se pelo fato das placas solares mostrarem-se um extraordinário investimento financeiro a longo prazo, devido às condições naturais do Brasil e aos altos custos da energia elétrica.

O estudo fez uma comparação com investimentos em renda fixa, pois são os mais conservadores e precisos. As opções escolhidas foram caderneta de poupança e títulos do Tesouro Nacional, tomando como base os índices do mercado em Janeiro de 2018. Com rendimentos de 6,31% a.a para poupança, de 9,61% a.a para Tesouro LTN 2023 e de 9,90% a.a para Tesouro NTN 2027.

Nas Figuras 7 e 8 são apresentados comparações da rentabilidade, em 5 anos, que o consumidor teria se investisse o mesmo montante de cada sistema fotovoltaico em renda fixa, comparando com a economia acumulada que o sistema fotovoltaico proporcionaria durante o mesmo período da aplicação.

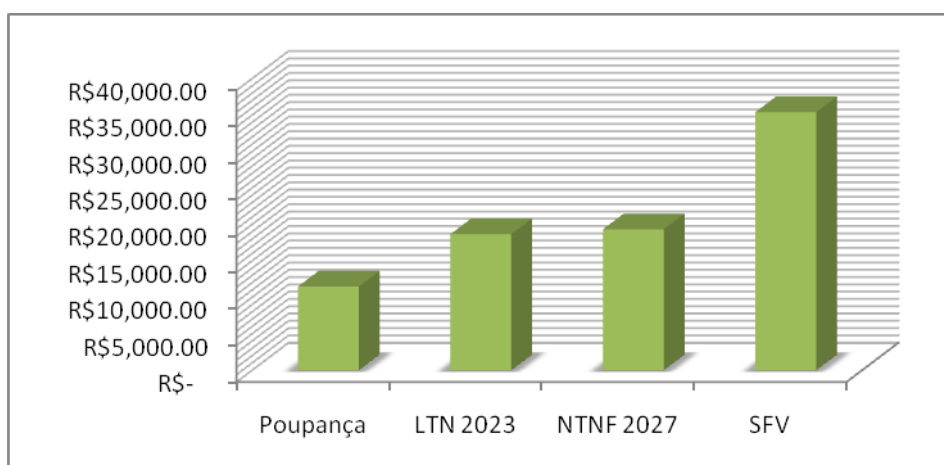


Figura 7 – Renda Fixa x Sistema Fotovoltaico (SFV) Lago Norte em 5 anos

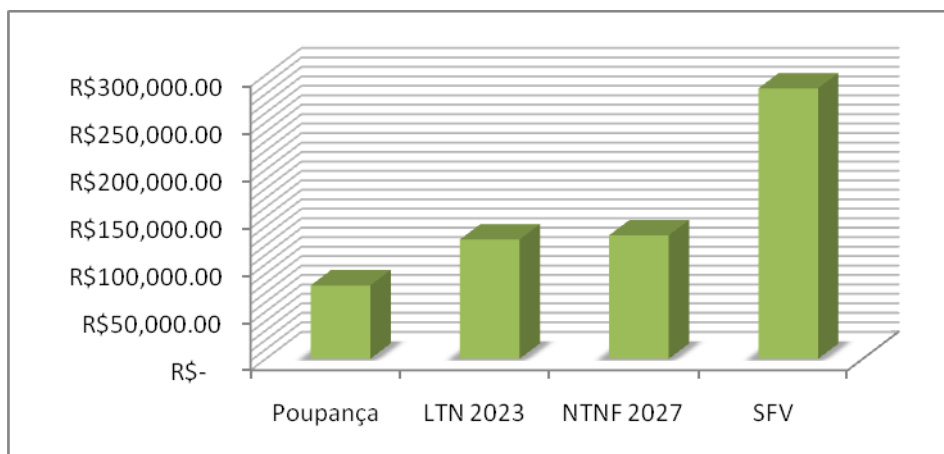


Figura 8 – Renda Fixa x Sistema Fotovoltaico (SFV) Lago Sul em 5 anos

A partir dos gráficos percebe-se que o investimento em energia solar é mais rentável que qualquer uma das melhores opções de renda fixa que o mercado oferece hoje. Nos sistemas solares do estudo, os rendimentos proporcionados pela economia energética anual para o Lago Norte e Lago Sul são de aproximadamente R\$6.586,80 e R\$52.642,20, respectivamente. Ao longo de 25 anos a taxa de retorno seria superior a 20% a.a, já considerando a perda de *performance* anual dos painéis fotovoltaicos e custo de manutenção anual.

CONCLUSÕES

O estudo objetivou analisar a viabilidade econômica e financeira da energia solar fotovoltaica como investimento financeiro e de diversificação energética no Distrito Federal. Diante das constatações apresentadas na análise econômica deste trabalho, pode-se afirmar que o investimento em geração fotovoltaica aplicado à residência unifamiliar ou multifamiliar é oportuno, apesar do alto custo dos equipamentos no Brasil. Além do retorno do investimento com médio prazo, ao longo do seu tempo de utilização é gerado uma receita líquida, referente a economia acumulada, que nos casos do estudo foram superiores a aplicações financeiras.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Centro de Ensino Unificado de Brasília (UnICEUB).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BANDEIRA, F. De P. M. Aproveitamento da energia solar no Brasil: Aproveitamento e perspectivas. Disponível em: http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/9008/aproveitamento_energia_bandeira.pdf?s Acesso em: 10 de Abril 2018.
2. GETIRANA, Augusto. Extreme Water Deficit in Brazil Detected from Space. *Journal of Hydrometeorology*, 2016.
3. GREENPEACE. Cartilha Solar. 2013. Disponível em <http://www.greenpeace.org>. Acesso em: 17 de Maio 2018.
4. LODI, C. Perspectivas para a Geração de Energia Elétrica no Brasil Utilizando a Tecnologia Solar Térmica Concentrada. 2011. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) - Programa de Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
5. PANAROTTO, Cíntia. O meio ambiente e o consumo sustentável : alguns hábitos que podem fazer a diferença. Revista das Relações de Consumo. Disponível em: http://www.caxias.rs.gov.br/procon/site/_uploads/publicacoes/publicacao_5.pdf
6. ROSA, V. H. S. Energia elétrica renovável em pequenas comunidades no Brasil: em busca de um modelo sustentável. 2007. 440 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
7. RUEGG, R.; SAV, G.T. The microeconomics of solar energy. 3th ed. Washington: National Bureau of Standards, 1980. 189 p.
8. SILVEIRA, Miguel Francisco da. Análise do impacto da geração distribuída sobre a rede elétrica de distribuição devido à utilização de geradores fotovoltaicos. 2013. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013.